

Разработка методов построения командно-измерительного радиоканала для беспилотного летательного аппарата

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
Харьковское государственное авиационное производственное предприятие*

Система передачи данных с помощью серии ретрансляторов наземного либо спутникового базирования для удаленных территориально-разнесенных систем зависит от многих факторов, таких, как вид сообщения, критерий качества передачи сигнала, зона обслуживания, массогабаритные показатели аппаратуры, стоимость. Основным критерий выбора системы передачи – экономическая эффективность, определяемая капитальными затратами и эксплуатационными расходами.

Совершенствование автономных систем передачи информации осуществляется различными путями, основными из которых являются следующие:

- исследование и разработка каналов передачи информации, основанных на использовании нетрадиционных носителей ретрансляционного оборудования;
- совершенствование методов и аппаратуры, обеспечивающей передачу и обработку информации с высокой скоростью, оперативностью, помехоустойчивостью и т.д., при сравнительно небольших массогабаритных характеристиках и малом потреблении энергии от автономных источников питания.

Ранее вопросам возможности передачи данных с помощью беспилотных летательных аппаратов (БЛА) было уделено недостаточно внимания. При проведении настоящего анализа технических возможностей, практической реализации системы передачи данных на основе высотных беспилотных летательных аппаратов были изучены два перечисленных выше пути совершенствования системы передачи данных (СПД).

Данный вариант автономной системы связи предполагает вместо спутниковых систем передачи (ССП) для обслуживания всей территории Украины, а также для упрощения и удешевления сотовых систем передачи создать специализированные системы связи с ограниченным доступом.

Основное назначение беспилотного летательного аппарата (БЛА) – ретрансляция радиосвязи в заданном районе в течение продолжительного времени. Кроме того, возможно использование БЛА для проведения исследований верхних слоев атмосферы и дистанционного зондирования земной поверхности.

Существенные преимущества СПД на основе беспилотного летательного аппарата перед спутниковыми и наземными мобильными системами связи:

- отсутствие космической подсистемы запуска и наземной измерительной подсистемы;
- существенно меньшие эксплуатационные затраты на обслуживание по сравнению с ССП;
- возможность обслуживания только «своей» или требуемой территории, региона и т.д.;
- существенно лучшая скрытность и ограниченность несанкционированного доступа;

- возможность организации геометрической структуры размещения электролетов, отличной от сотовой;
- оперативная смена параметров движения электролета.

К числу недостатков можно отнести следующее:

- меньший «жизненный» цикл электролета по сравнению со спутником (~1 год);
- ограниченный объем и масса аппаратуры СПД и других подсистем, размещаемых на электролете (~10...50 кг);
- потеря контроля и управления электролетом и, как следствие, возможность создания опасной ситуации для наземных объектов и людей в зоне падения электролета;
- отказ солнечных батарей и т.д.

Ожидаемая суммарная стоимость такой системы будет на порядок ниже стоимости, аналогичной по возможностям обслуживания и эксплуатационных расходов существующих и эксплуатируемых в настоящее время мобильных систем связи и будет существенно дешевле ССП, особенно при обслуживании территории Украины.

Целью настоящей работы является разработка методов построения командно-измерительного канала для беспилотного летательного аппарата.

Для реализации перечисленных выше требований предлагается использовать систему МИТРИС ИНТ, сверхвысокочастотного диапазона волн. Это цифровая система связи с интеграцией услуг на основе перспективных информационных и широкополосных микроволновых технологий, состоящая из центральной станции (ЦС) и абонентских станций (АС), в которой полосу частот 11,7...12,5 ГГц применяют для телерадиовещания, а полосу 12,75...13,2 ГГц – для фиксированной связи и может использоваться как совместно с подсистемой телерадиовещания, так и отдельно от нее.

Отличительные особенности системы МИТРИС-ИНТ:

- возможность непосредственного предоставления доступа к приложениям, включая телерадиовещание и передачу данных;
- большой (до 680 Мбит/с) канальный информационный ресурс при обеспечении значительных (до 600 км) размеров зон обслуживания и экологической безопасности (мощность излучения на один канал не превышает 100 мВт);
- использование оригинального протокола при формировании обратного канала, обеспечивающего существенное упрощение оборудования абонентской станции путем исключения жесткой синхронизации абонентских передатчиков;
- сверхнизкие (до 10 мВт) экологически безопасные уровни излучения абонентских передатчиков с помощью выбора разнесенного частотного ресурса в диапазонах частот 11,7...12,75 ГГц и 14,4...15,35 ГГц и использования помехоустойчивого кодирования;
- применение одной всенаправленной передающей антенны в прямом канале и 12-секторных антенн в обратном канале, что требует более простого радиоинтерфейса и упрощает планирование сети;

Услугами, предоставляемыми системой МИТРИС-ИНТ, являются:

- доведение до абонентов программ цифрового телевизионного вещания;

- предоставление абонентам услуг, базирующихся на интерактивном доступе к информационным ресурсам системы, а именно:
- видео по заказу (Video on Demand -VoD - возможность выбора, получения и воспроизведения видеоматериалов, хранящихся на ЦС системы);
- IP-телефония (IP-Phone - IPP);
- видеосвязь (Videolink - VL) между абонентами системы;
- доступ к сети Интернет и предоставление Интернет-услуг (Internet Service - IS);
- организация виртуальных частных(корпоративных) сетей (Virtual Privat Network - VPN).

Цифровое телевизионное вещание обеспечивает доведение до абонентов не менее шести пакетов телевизионных программ, содержащих до 10 программ каждый.

Для доступа в Интернет предоставляются каналы, соединяющие ЦС с узлом Интернет.

Для передачи информации от ЦС к АС (прямые каналы) применяются диапазон частот 11,7...12,75 ГГц.

Для передачи информации от АС к ЦС (обратные каналы) используется диапазон частот 14,4... 15,35 ГГц.

Передача информации по прямым каналам осуществляется ЦС с использованием антенны с круговой диаграммой направленности.

Прием информации по обратным каналам осуществляется ЦС с помощью 12-секторной антенны.

Прием и передача информации АС осуществляются с использованием узконаправленной антенны. При этом частотный ресурс обратных каналов разделяется между группами АС, а в АС внутри каждой группы используется одна несущая частота и метод доступа с временным разделением частотного ресурса.

Используемые протоколы и стандарты

При передаче данных:

- В прямых каналах используют стандарт - DVB-S, технология MPE и инкапсуляция IP пакетов.
- В обратных каналах применяют стандарты множественного доступа - TDMA, FDMAспециально разработанный протокол канального уровня и инкапсуляции IP пакетов.
- В сети ЦС используют стандарт Fast Ethernet на канальном уровне, а на сетевом уровне - протокол IP.

На уровне приложений:

- Услуги IS и VPN включают в себя: передачу IP-пакетов, в том числе с использованием технологии туннелирования; услуги, базирующиеся на протоколах HTTP, FTP, POP3/SMTP/IMAP, NNTP.
- Услуги VL на базе специально разработанного протокола обеспечивают двухстороннюю передачу между абонентами системы, использующими услуги IPP, видеоинформации с телекамер, входящих в состав АС.
- Услуги IPP на базе технологии "голос поверх IP" обеспечивают телефонную связь абонентов системы как между собой, так и - через сеть Интернет - с абонентами телефонных сетей, оснащенных оборудованием терминирования соответствующих IP-поток по стандартному протоколу H-323.

Цифровое телевизионное вещание осуществляется в стандарте MPEG-2. Авторизация и идентификация абонентов обеспечиваются сервером Radius. Защита на уровне IP и на уровне приложений гарантируется технологией firewall.

Архитектура системы

В состав системы МИТРИС-ИНТ входят:

- центральная станция;
- абонентская станция.

Центральная станция является ключевым звеном системы, предназначена для мультимедийных услуг и включает в себя:

- система приемно-передающая (СПП);
- станция телевизионного вещания (СТВ);
- станция интерактивного доступа (СИД);
- станция обратных каналов (СОК);
- система контроля и управления (СКУ).

СПП предназначена для формирования, излучения и приема сигналов, посредством которых поддерживаются прямые и обратные каналы связи между АС и ЦС.

СТВ служит для преобразования сигналов цифрового телевидения, поступающих от внешних источников, во входные сигналы СПП, обеспечивающие ретрансляцию телевизионных программ.

СИД предназначена для обработки запросов абонентов и формирования потоков данных, передаваемых по прямым каналам через СПП в процессе предоставления абонентам интерактивных услуг. В состав СИД входят:

- станция прямых каналов (СПК);
- станция коммутации и маршрутизации (СКМ);
- станция предоставления услуг (СПУ)

СОК служит для демодуляции сигналов, принимаемых СПП от АС, управления АС в части передачи данных по обратным каналам, предварительной обработки и пересылки этих данных в СИД.

СКУ предназначена для контроля технического состояния основных трактов и составных частей системы, а также для управления системой в процессе ее эксплуатации и технического обслуживания.

СКМ включает в себя все активное сетевое оборудование (маршрутизаторы, коммутаторы) центральной станции.

АС предназначена для обеспечения доступа абонентов к предоставляемым услугам.

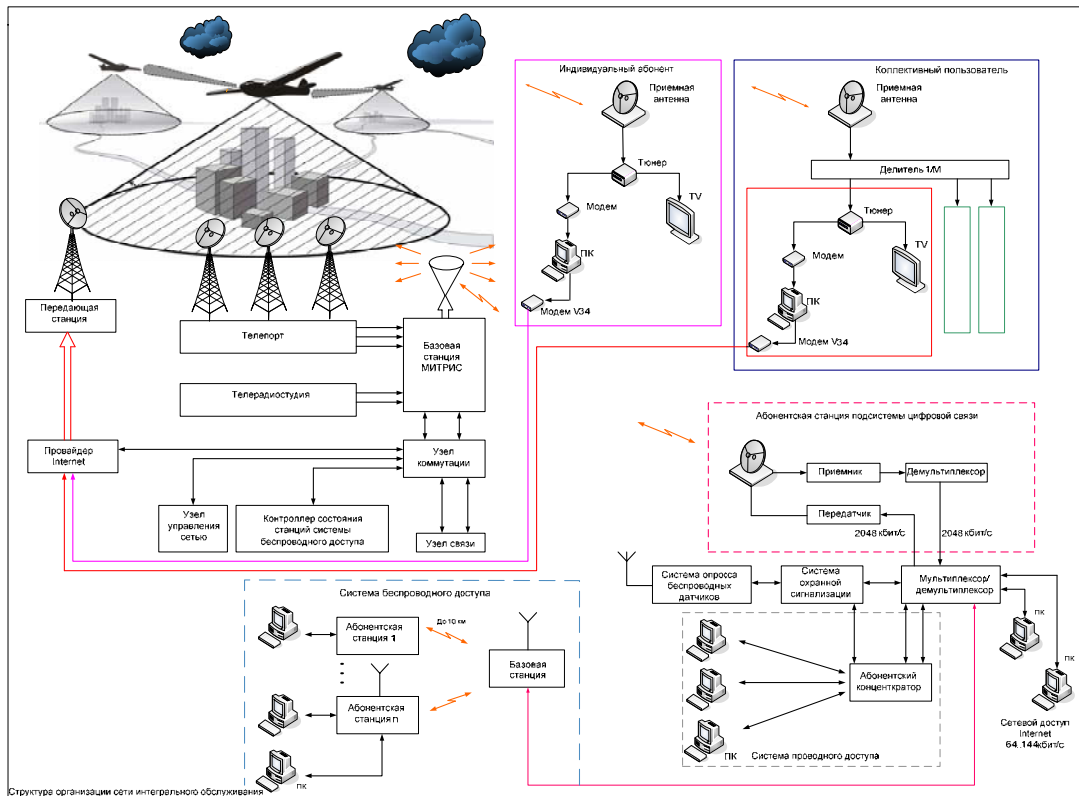
Абоненту доступны порт Ethernet 10/100 baseT для доступа к службам Интернет, пульт дистанционного управления телевизионным приемником для доступа к остальным службам, интерфейс USB для подключения видеокамеры, интерфейс FXS для подключения телефонного аппарата, интерфейс Audio для подключения аудиогарнитуры, интерфейс S-VIDEO для подключения телевизора и интерфейс PCMCIA для подключения модуля условного доступа.

Архитектурно система занимает все уровни стека протоколов IP.

Система характеризуется очень малой излучаемой мощностью — 50 милливольт на канал.

Пропускная способность сети обратных каналов - 2 Мбит/с на одной несущей. Данный ресурс может занимать все станции сети. При этом распределение ресурса между АС может устанавливаться соответственно потребностям пользователя с дискретом 19,2 кбит/с.

Станция обеспечивает отношение мощности сигнала к мощности шума в полосе, занимаемой сигналом, для сигналов аналогового телевизионного вещания не менее 14 дБ на расстоянии до 50 км в условиях дождя интенсивностью, которая не превышает среднестатистическую на протяжении 99% времени худшего месяца. Общая структура системы показана на рисунке.



Общая структура системы МИТРИС ИНТ

Таким образом, разработанная СПД на основе БЛА с установленной на борту системой МИТРИС ИНТ является экологически безопасной беспроводной сетью интегрального обслуживания. С помощью этой системы решаются вопросы создания единой системы передачи данных Украины специального назначения, обеспечение единого поля мобильной связи, обеспечение единого поля теле- и радиосвязи государственных и частных компаний.

Список литературы

1. МИТРИС-система интегрального обслуживания: состояние и перспективы// Радиоаматор. -1997. -№10.с.56-60/ Нарытник Т.Н., Галич В.Н, Ксензенко П.Я., Бойченко М.П., Войтенко А.Г.//
2. Нарытник Т.Н., Живков А.П., Липатов А. А. Состояние и перспективы развития спутниковой связи// Зв`язок. 1997.- №3.-с.28.
3. Интегральные устройства телекоммуникационных систем / -К.:Техника, 1998. / Нарытник Т.Н., Ильченко М.Е., Липатов А. А., Могильченко Н. Е. Савельев А.В., Якименко Ю.И.//
4. Спутниковая связь и вещание: Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. / В.А Болтов, В.Л Быков и др: Под ред. Л.Я. Кантора. – М.: Радио и связь, 1997. – 528 с.